

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 PLC

2.1.1. Sejarah PLC

PLC (*Programmable Logic Controller*) merupakan salah satu piranti kontrol yang dirancang untuk menggantikan sistem kontrol konvensional. PLC pertama kali dirancang oleh perusahaan General Motor (GM) pada tahun 1968. Ide utama pada perancangan PLC adalah dengan mensubstitusi relay yang digunakan untuk mengimplementasikan rangkaian kontrol. Secara bahasa PLC berarti pengontrol logika yang dapat diprogram. (Hanif S,2012)

2.1.2. Pengertian PLC

Berdasarkan namanya, konsep PLC dapat diuraikan sebagai berikut:

1. ***Programmable***, menunjukkan kemampuan dalam hal memori untuk menyimpan program yang telah dibuat yang dapat dengan mudah diubah fungsi dan kegunaannya..
2. ***Logic***, menunjukkan kemampuan dalam memproses *input* secara aritmatik dan *logic* yaitu melakukan operasi membandingkan, menjumlahkan, mengalikan, membagi, mengurangi, negasi, *AND*, *OR*, dan lain sebagainya.
3. ***Controller***, menunjukkan kemampuan dalam mengontrol dan mengatur proses sehingga menghasilkan *output* yang diinginkan. PLC ini memiliki bahasa pemrograman yang mudah dipahami dan dapat dioperasikan bila program yang telah dibuat dengan menggunakan *software* yang sesuai dengan jenis PLC yang digunakan.

Menurut Bolton, PLC merupakan suatu bentuk khusus pengontrol berbasis mikroprosesor yang memanfaatkan memori yang dapat diprogram untuk menyimpan instruksi-instruksi dan untuk mengimplementasikan

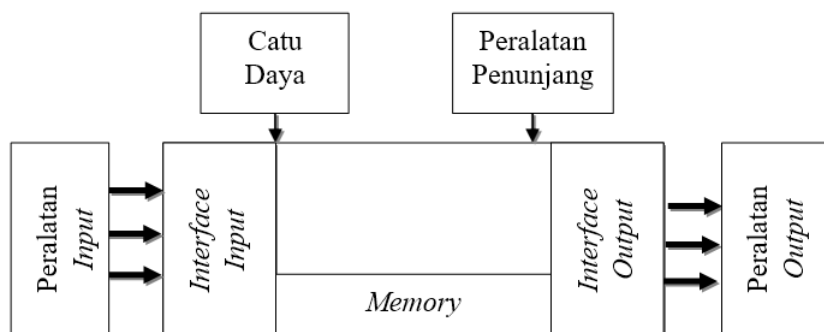
fungsi-fungsi semisal logika, *sequencing*, pewaktuan (*timing*), pencacahan dan aritmatik guna mengontrol mesin-mesin dan proses-proses. (Bolton,2004)

Programmable Logic Controller (PLC) adalah sebuah pengontrol berbasis mikroprosesor yang memanfaatkan memori yang dapat diprogram untuk menyimpan instruksi-instruksi dan untuk mengimplementasikan fungsi-fungsi, seperti sekuensial, logika, pewaktuan, pencacahan, dan aritmatika untuk mengontrol mesin atau suatu proses. (Lusiana,dkk, 2011)

2.1.3. Cara Kerja PLC

Cara kerja sebuah PLC adalah dengan mengamati dan menerima sinyal masukan (melalui sensor-sensor terkait), kemudian melakukan proses dan melakukan serangkaian instruksi logika terhadap sinyal masukan tersebut sesuai dengan program atau *ladder diagram* yang tersimpan dalam memori, dan selanjutnya akan menghasilkan sinyal keluaran untuk mengendalikan akuator atau perangkat lainnya (Hanif Said,2012).

2.1.4. Struktur Dasar PLC



Gambar 2.1 Diagram Blok PLC
(Sumber : www.ilmuotomasi.com)

Beberapa komponen dasar yang terdapat pada piranti PLC diantaranya :

1. Power Supply

Power Supply berfungsi sebagai penyuplai daya ke semua komponen dalam PLC. Tegangan *power supply* untuk PLC adalah 220 V_{AC} atau 24 V_{DC}.

2. *Central Processing Unit (CPU)*

CPU merupakan otak dari PLC yang mengerjakan berbagai operasi antara lain mengeksekusi program, menyimpan, dan mengambil data dari memori, membaca kondisi atau nilai *input* serta mengatur nilai *output*, memeriksa kerusakan melalui *self diagnostic*, serta melakukan komunikasi dengan perangkat lain.

3. Memory

Memory merupakan tempat untuk menyimpan program dan data yang akan diolah dan dijalankan oleh CPU.

4. Modul Input/Output

Modul *input/output* merupakan bagian dari PLC yang berhubungan dengan perangkat luar yang memberikan masukan kepada CPU, seperti saklar dan sensor maupun keluaran dari CPU, seperti : lampu, motor, dan solenoid *valve*.

5. Fasilitas Komunikasi

Fasilitas komunikasi (COM) mutlak diperlukan dalam sebuah PLC, untuk melakukan pemrograman dan pemantauan atau berkomunikasi dengan perangkat lain.

2.1.5. Fungsi PLC

Fungsi PLC secara umum ada 2 yaitu sebagai berikut :

1. *Sequential Control*

PLC mampu memproses *input* sinyal biner menjadi *output* yang digunakan untuk keperluan pemrosesan teknik secara berurutan (*sequential*), di sini PLC menjaga agar semua langkah (*step*) dalam proses sekuensial berlangsung dalam urutan yang tepat.

2. Monitor Plant

PLC secara terus menerus memonitor status suatu sistem, misalnya :temperatur, tekanan, dan ketinggian. PLC juga mampu mengambil tindakan yang diperlukan sehubungan dengan proses yang dikontrol seperti : nilai sudah melebihi batas serta menampilkan pesan tersebut pada operator (*user*).

Sedangkan fungsi PLC secara khusus yaitu mampu menggantikan komponen relay pada sistem kontrol konvensional yang mampu memberikan *input* ke CNC (*Computerized Numerical Control*). Sering dijumpai pada proses *finishing*, membentuk benda kerja, proses *moulding*, dan lain sebagainya

2.1.6. Kelebihan dan Kekurangan PLC

PLC memiliki beberapa kelebihan yaitu :

1. Proses pengawatannya lebih mudah, karena pengguna hanya melakukan pengawatan pada *input* dan *output* PLC, sedangkan rangkaian kontrolnya diprogram melalui computer.
2. Memiliki kehandalan yang tinggi dibandingkan relay mekanis dan *timer*.
3. Perawatan dan *maintenance* perangkat yang mudah.
4. Konsumsi daya yang relatif rendah.
5. Proses *trouble-shooting* lebih mudah, karena PLC memiliki fasilitas *self-diagnostic*.
6. Perubahan alur kontrol yang relatif singkat.

PLC juga memiliki beberapa kelemahan, diantaranya :

1. Pengawatan (*wiring*) tidak terlihat=
2. PLC tidak dapat ditempatkan di sembarang tempat, seperti pada suhu dan getaran yang tinggi.

2.2. Pneumatik

2.2.1. Pengertian Pneumatik

Pneumatik berasal dari bahasa Yunani “*Pneuma*” yang berarti tiupan atau angin. Definisi pneumatik adalah salah satu cabang ilmu fisika yang mempelajari fenomena udara yang dimampatkan sehingga tekanan yang terjadi akan menghasilkan gaya sebagai penyebab gerak atau aktuasi pada actuator. (Totok Heru, 2011)

2.2.2. Cara Kerja Pneumatik

Sistem kerja komponen pneumatik menyerupai sistem kerja dari kontrol listrik. Adapun sistem kontrol listrik berasal dari tegangan listrik yang diperoleh dari jala-jala PLN (380 Volt untuk 3 *phase* dan 220 Volt untuk 1 *phase*) atau dari catu daya (24 Volt DC, 12 Volt DC dll), maka untuk sistem pneumatik menggunakan udara bertekanan (*compressed air*) sebagai sumber energi. Udara bertekanan ini dihasilkan oleh alat yang bernama *Air Compressor*.

Penggunaan sistem pneumatik sebagai sistem otomasi banyak diterapkan dalam kehidupan sehari-hari yang meliputi penyusunan, pencengkraman, pencetakan, pengaturan arah benda, pemindahan (*transfer*), penyortiran sampai proses pengepakan barang.

2.2.3. Komponen Pneumatik

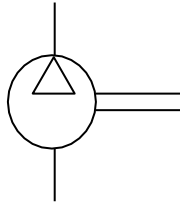
Beberapa komponen yang terdapat pada sistem pneumatik, meliputi : (Hanif Said, 2012).

1. Catu Daya

Pasokan energi biasanya didapat dari kompresor, tangki udara, pemisah air dan *oil*, pengatur tekanan, dan peralatan lainnya.

A. Kompresor

Kompresor digunakan untuk menghisap udara di atmosfer dan memampatkan serta menyimpannya dalam tangki penampungan hingga tekanan tertentu.

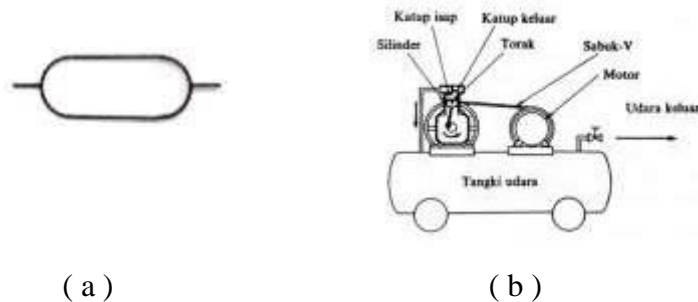


Gambar 2.2 Simbol Kompresor

(Sumber : www.pngdownload.id)

B. Tangki Udara

Tangki udara bertekanan berfungsi untuk menstabilkan pemakaian udara bertekanan yang dihasilkan oleh kompresor. Tangki ini juga berfungsi sebagai cadangan suplai udara darurat ke sistem apabila kompresor mengalami kegagalan



Gambar 2.3 (a) Simbol Tangki Udara, (b) Tangki Udara

(Sumber : www.qtussama.wordpress.com)

C. Oil dan Water Trap

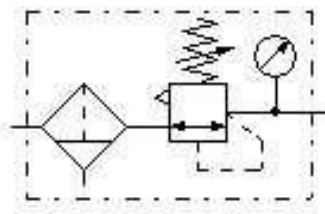
Oil dan Water Trap dalam sistem pneumatik berfungsi sebagai pemisah oli dan air dari udara yang masuk dari kompresor. Jumlah persentase air dalam udara yang masuk ke dalam sistem penumatik tergolong sangat kecil, namun dapat menjadi penyebab serius untuk tidak berfungsinya sistem.

D. Air Filter

Air filter merupakan penyaring udara yang dikompresi untuk memisahkan udara dari kemungkinan adanya debu dan kotoran yang terdapat dalam udara setelah melewati unit *Oil* dan *Water Trap* serta unit *Dehydrator*.

E. Air Regulator

Air regulator digunakan sebagai pengatur kekuatan tekanan udara sesuai batas yang diinginkan dari catu daya sistem pneumatik sebelum masuk ke sistem kontrol. *Air regulator* biasanya dilengkapi dengan sebuah pengukur tegangan yang menunjukkan besarnya tekanan udara yang mengalir menuju sistem.



(a)



(b)

Gambar 2.4 (a) Simbol Air Service Unit, (b) FRL

2. Elemen Masukan / Kontrol

Pada sistem kontrol terdapat komponen saklar yang berfungsi sebagai media kontrol alat listrik, sedangkan pada pneumatik dikenal dengan istilah katup (*valve*). (Hanif Said,2012).

Katup pneumatik merupakan perlengkapan kontrol atau pengatur, baik untuk memulai (*start*), berhenti (*stop*), mengarahkan aliran, atau mengatur tekanan udara dari catu daya menuju beban atau elemen kerja.

Adapun simbol katup pneumatik secara internasional mengikuti standar CETOP (*Comite Europeen des Transmissions Oleohydrau-liquies et Pneumatiques*) dan ISO/R1219 -1970.

Beberapa jenis katup yang terdapat pada sistem pneumatik, diantaranya :

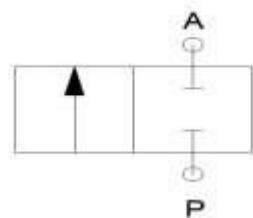
A. Katup Kontrol Arah

Katup kontrol arah (*directional way valve*) merupakan komponen kontrol pneumatik berupa katup yang terdiri dari beberapa lubang saluran udara yang berfungsi untuk melewatkan, memblokir, dan mengarahkan aliran udara bertekanan.

Adapun untuk penggolongan katup jenis ini dapat dibedakan berdasarkan penandaan angka yaitu sebagai berikut :

- Katup 2/2 Way

Katup 2/2 way mempunyai 2 lubang aliran udara dan dua perubahan posisi kerja



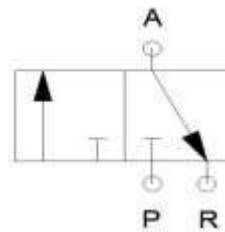
Gambar 2.5. Katup 2/2 way

(Sumber : www.sekolahkami.com)

Pada posisi kerja awal, udara bertekanan dari catu daya tidak akan mengalir dari P ke A (di blokir). Jika katup mendapatkan sinyal kontrol di sisi kiri maka kerjanya akan berubah ke kotak sebelah kiri dan udara bertekanan akan mengalir P ke A.

- Katub 3/2 Way

Katup 3/2 way mempunyai 3 lubang aliran udara dan 2 perubahan posisi kerja.



Gambar 2.6 Katup 3/2 way

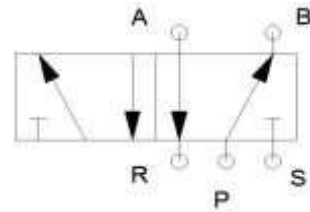
(Sumber : www.sekolahkami.com)

Pada posisi awal, udara bertekanan dari beban akan dibuang dari A ke R sedangkan udara bertekanan dari catu daya tetap diposisi P.

Jika katup mendapatkan sinyal kontrol disisi kiri maka kerja akan berubah ke kotak sebelah kiri dan udara bertekanan dari catu daya akan mengalir dari P-A.

- Katub 5/2 Way

Katup 5/2 way mempunyai 5 lubang aliran udara dan 2 perubahan posisi kerja.



Gambar 2.7. Katup 5/2 way

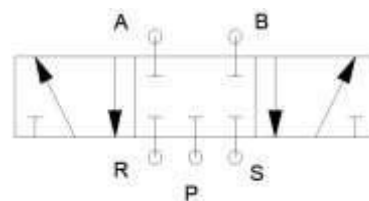
(Sumber : www.sekolahkami.com)

Pada posisi kerja awal., udara bertekanan dari catu daya akan mengalir dari P ke B, sedangkan udara bertekanan dari beban akan dibuang dari A ke R.

Jika katup mendapatkan sinyal kontrol di sisi kiri maka posisi kerja akan berubah ke kotak sebelah kiri dan udara bertekanan dari catu daya akan mengalir dari P ke A, sedangkan udara dari beban akan di buang dari B ke S.

- Katub 5/3 way

Katup 5/3 way mempunyai 5 lubang aliran udara dan 3 perubahan posisi kerja.



Gambar 2.8 Katup 5/3 way

(Sumber : www.sekolahkami.com)

Pada posisi kerja awal, udara bertekanan dari catu daya tidak akan mengalir dari P ke A atau B (diblokir).

Jika katup mendapatkan sinyal kontrol disisi kiri maka posisi kerja akan berubah ke kotak sebelah kiri dan

udara bertekanan dari catudaya akan mengalir dari P ke A, sedangkan udara bertekanan dari beban akan di buang dari B ke S.













Jika katup mendapatkan sinyal kontrol disisi kanan maka posisi kerja akan berubah ke kotak sebelah kanan dan udara bertekanan dari catu daya akan mengalir dari P ke B, sedangkan udara bertekanan dari beban akan dibuang dari A ke R.

B. Penggerak Katub Kontrol Arah

Penggerak katup kontrol arah berfungsi sebagai mengatur perubahan posisi kerja pada katup kontrol arah..

Tabel 2.1 Penggerak Kontrol arah

(Sumber:www.sekolahkami.com)

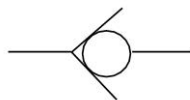
Jenis pengaktifan	Keterangan
Mekanik	
	Operasi tombol
	Tombol
	Operasi tuas
	Pedal kaki
	Pegas kembali
	Operasi rol
	Operasi rol satu arah
Pneumatik	
	Pengaktifan langsung pneumatik
	Pengaktifan tidak langsung pneumatik (pilot/pemandu)
Listrik	
	Operasi dengan solenoid tunggal
	Operasi dengan solenoid ganda
Kombinasi	
	Solenoid ganda dan operasi pilot manual

Terdapat beberapa tipe dari penggerak katup kontrol arah yaitu dengan penggerak manual, mekanik, dan elektrik.

Pada sistem elektropneumatik menggunakan penggerak katup kontrol arah tipe solenoid sehingga sistem katup ini dinamakan solenoid *valve*.

C. Katub Searah

Katup searah (*non-return valve*) merupakan komponen kontrol pneumatik yang berfungsi untuk melewatkan aliran udara bertekanan ke satu arah dan menutup aliran ke arah sebaliknya. Jenis katup searah yang paling sering digunakan adalah tipe *check valve*.



(a)



(b)

Gambar 2.9 (a) Simbol Katup Searah, (b) Katup Penyearah

(Sumber : www.sekolahkami.com)

D. Katub Pengontrol Aliran

Katup pengontrol aliran (*flow control valve*) merupakan komponen kontrol pneumatik yang berfungsi sebagai pengatur dan pengendali aliran udara bertekanan, khususnya udara yang harus masuk ke dalam dan keluar dari silinder pneumatik.



(a)



(b)

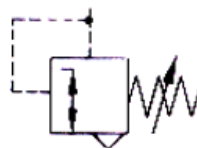
Gambar 2.10. (a) Simbol Katub Pengontrol Aliran,
(b) Katub Pengontrol Aliran

(Sumber : www.sekolahkami.com)

Katup ini terdiri dari 2 tipe, yaitu katup pengontrol aliran dua arah (*bi-directional flow control valve*) atau biasa disebut katup cekik dan katup pengontrol aliran satu arah (*one way flow control valve*).

E. Katub Pengontrol Tekanan

Katup pengontrol tekanan (*pressure control valve*) merupakan komponen kontrol pneumatik yang berfungsi untuk mencegah terlampauinya tekanan maksimal yang ditolerir dalam sistem. Katup ini juga akan menjaga tekanan keluaran yang stabil, walaupun tekanan masukan berubah-ubah, dengan syarat tekanan masukan harus lebih besar atau minimal sama dengan tekanan keluaran yang diinginkan



(a)



(b)

Gambat 2.11. (a) Simbol Katub Pengontrol Tekanan,
(b) Katub Pengontrol Tekanan

(Sumber : www.sekolahkami.com)

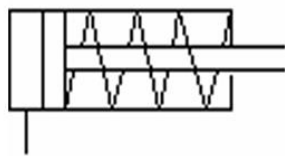
3. Elemen Kerja

Elemen kerja atau *actuator* adalah bagian akhir dari sistem pneumatik yang berfungsi untuk mengubah energi suplai angin bertekanan menjadi energi kerja. Aktuator terbagi menjadi 2 tipe, yaitu aktuator gerak lurus (silinder) dan aktuator gerak memutar (motor pneumatik).

Terdapat beberapa macam aktuator, diantaranya adalah :

A. Silinder Kerja Tunggal

Silinder kerja tunggal adalah *actuator* yang digerakkan oleh udara bertekanan pada satu sisi saja sehingga menghasilkan kerja satu arah. Untuk gerak balik digunakan tenaga yang didapat dari pegas yang telah terpasang didalam silinder tersebut sehingga besar kecepatannya tergantung dari pegas yang dipakai.



(a)



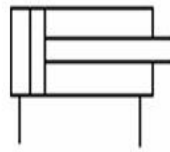
(b)

Gambar 2.12. (a) Simbol Silinder Kerja Tunggal,
(b) Silinder Kerja Tunggal

(Sumber : www.sekolahkami.com)

B. Silinder Kerja Ganda

Silinder kerja ganda ini digunakan apabila torak diperlukan untuk melakukan kerja bukan hanya pada gerakan maju, tetapi juga pada gerakan mundur. Pada silinder ini dapat dikontrol pada kedua sisinya



(a)



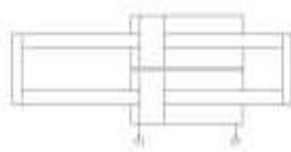
(b)

*Gambar 2.13. (a) Simbol Silinder Kerja Ganda,
(b) Silinder Kerja Ganda*

(Sumber : www.sekolahkami.com)

C. Silinder Geser

Silinder geser memiliki konstruksi yang berbeda dengan silinder biasa. Silinder ini tidak memiliki batang yang bergerak maju atau mundur, melainkan rel yang bergerak atau bergeser.



(a)



(b)

*Gambar 2.14. (a) Simbol Silinder Geser,
(b) Silinder Geser*

(Sumber : www.sekolahkami.com)

4. Komponen Pendukung

Selain komponen utama dari pneumatik, juga terdapat beberapa komponen pendukung ,diantaranya :

A. Selang

Media penghantar energi pada sistem pneumatik adalah selang. Berbeda dengan sistem kontrol listrik yang menggunakan kabel sebagai media penghantar arus. Selang mempunyai sifat elastis atau lentur sehingga memungkinkan selang mudah diatur maupun ditempatkan sesuai dengan kebutuhan.



Gambar 2.15. Selang

(Sumber : www.sekolahkami.com)

B. Sambungan/Fitting

Fitting merupakan komponen pendukung dalam sistem pneumatik yang berfungsi sebagai penghubung antara komponen pneumatik dengan selang atau sebagai sambungan antar selang.

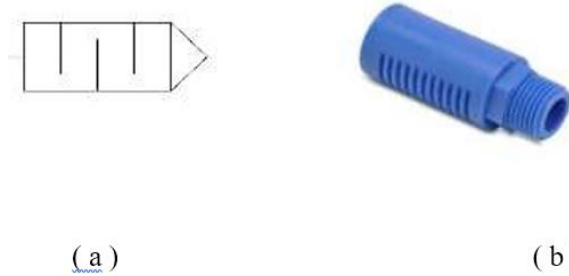


Gambar 2.16. Sambungan/Fitting

(Sumber : www.sekolahkami.com)

C. *Silencer*

Silencer merupakan komponen pendukung dalam sistem pneumatik yang berfungsi untuk meredam suara bising dari tekanan udara keluaran yang dibuang ke terminal R atau S.



Gambar 2.17. (a) Simbol *Silencer*, (b) *Silencer*

(Sumber : www.sekolahkami.com)

D. *Reed Switch*

Reed switch merupakan saklar yang bekerja berdasarkan cincin magnet yang terdapat pada pangkal tuas silinder. Apabila ujung tuas silinder bergerak dan sejajar dengan *reed switch* maka kontak *switch* tersebut akan bekerja.



Gambar 2.18 *Reed Switch*

(Sumber : www.hydraulicpneumatics.com)

E. Pressure Switch

Pressure switch adalah saklar yang bekerja apabila terdapat aliran udara bertekanan dengan tekanan tertentu yang melewatinya. *Pressure switch* berfungsi sebagai pemutus aliran udara bertekanan dari kompresor apabila udara sudah melebihi batas yang diinginkan.



Gambar 2.19. Pressure Switch

(Sumber : www.hydraulicpneumatics.com)

F. Vacuum Switch

Vacuum switch merupakan saklar yang memanfaatkan udara *vacuum* pada katub sebagai media pendeteksi adanya perubahan



Gambar 2.20. Vacuum Switch

(Sumber : www.hydraulicpneumatics.com)

G. *Vacuum Pad*

Vacuum pad merupakan perlengkapan sistem pneumatik yang berfungsi untuk menghisap benda di bawahnya apabila terdapat aliran udara *vacuum* yang melewatinya.



Gambar 2.21. *Vacuum Pad*

(Sumber : www.hydraulicpneumatics.com)

2.3. Sensor Proximity

Sensor *Proximity* (sensor jarak) digunakan untuk mengetahui keberadaan sebuah benda tanpa bersentuhan dengan benda tersebut. Terdapat beberapa bentuk untuk saklar jenis ini, dan beberapa diantaranya hanya peka terhadap objek-objek yang terbuat dari logam (*metal*). (Bolton,2004).

Tipe sensor yang mampu mendeteksi benda logam dan non- logam adalah sensor *proximity* kapasitif. Kapasitansi sepasang pelat logam yang dipisahkan oleh suatu jarak bergantung pada jarak pemisah tersebut, dimana semakin kecil jarak pemisah semakin tinggi kapasitansinya. Perubahan kapasitansi dapat digunakan untuk mengaktifkan sebuah rangkaian saklar elektronik sehingga menghasilkan sebuah perangkat “hidup”/”mati”.

Jenis sensor yang sensitif terhadap objek dari logam yaitu sensor *proximity* induktif. Sensor ini terdiri dari sebuah kumparan yang dililitkan pada sebuah inti besi (*ferrous*). Ketika salah satu ujung inti besi ini diletakkan di dekat sebuah objek yang juga terbuat dari besi, maka akan terjadi perubahan jumlah efektif inti besi yang diasosiasikan dengan kumparan tersebut dan dengan sendirinya induktansinya. Perubahan induktansi ini dapat dipantau dengan menggunakan

sebuah rangkaian resonan, dimana keberadaan objek yang terbuat dari besi mengubah pasokan arus ke rangkaian tersebut. Arus ini dapat digunakan untuk mengaktifkan sebuah saklar elektronik, dan dengan demikian menghasilkan sebuah perangkat “hidup”/”mati”.



Gambar 2.22. Sensor Proximity Induktif

(Sumber : www.teknikelektronika.com)

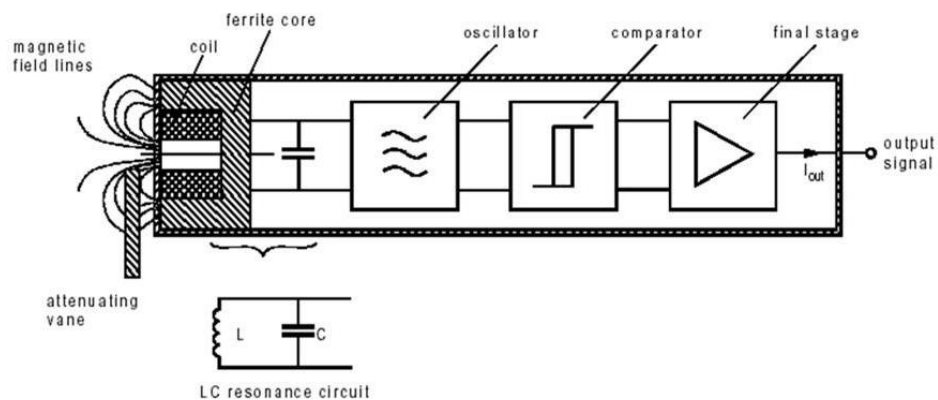
Proximity secara bahasa artinya jarak atau kedekatan, jadi pengertian dari proximity sensor adalah sensor yang dapat mendeteksi keberadaan objek yang ada di dekatnya tanpa melalui kontak fisik. Secara lebih spesifik induktive proximity sensor adalah proximity sensor yang dapat mendeteksi benda logam tanpa menyentuhnya. Inductive proximity sensor beroperasi dengan menggunakan prinsip induktansi. Induktansi merupakan suatu keadaan dimana terjadi suatu fluktuasi arus listrik yang mengalir pada sebuah bahan magnetik menginduksi electromotive force (emf) dari sebuah object / target berupa metal.

Keuntungan Penggunaan *Proximity Switch* induktif :

- Tidak perlu ada kontak fisik secara langsung antara pemakai dengan sistem.
- Dapat bekerja di lingkungan dengan kondisi apapun, tidak seperti metode pendeteksian optik, Proximity Sensor cocok untuk digunakan di lokasi yang banyak kandungan air atau minyak.
- Responnya berjalan dengan cepat.
- Awet dan tahan lama.
- Jarak Sensor memberikan respon yang berkecepatan tinggi, dibandingkan dengan saklar yang membutuhkan kontak fisik.
- Proximity Sensor dapat digunakan dalam rentang suhu yang lebar,

proximity Sensor dapat digunakan dalam suhu mulai dari -40 hingga 200 ° C.

- Jarak Sensor tidak terpengaruh oleh warna. Proximity Sensor mendeteksi perubahan fisik suatu objek, sehingga mereka hampir sepenuhnya tidak terpengaruh oleh warna permukaan objek.



Gambar 2.23 Rangkaian Sensor Induktif

(Sumber : www.teknikelektronika.com)

Inductive Proximity sensor terdiri atas empat elemen dasar seperti terlihat pada gambar keempat elemen pada Inductive Proximity sensor tersebut adalah :

1. *Sensor coil dan Ferrite core*
2. *Oscillator circuit*
3. *Detection circuit(comperator)*
4. *Solid state output circuit*

Oscillator circuit menghasilkan gelombang frekuensi medan elektromagnetik yang berasal dari radiasi *ferrite core* dan *coil assembly*. Medan magnet tersebut terdapat di sekitar sumbu *axis* dari *ferrite core*. Ketika object yang berupa metal mendekati medan tersebut, *eddy currents* terinduksi pada permukaan target tersebut sehingga terjadi *loading effect* atau “*damping*”, hal ini menyebabkan adanya reduksi amplitudo dari sinyal oscillator. *Detection circuit* mendeteksi perubahan dalam *oscillator amplitudo*, *detection circuit* yang berfungsi seperti sebuah *switch* akan *short* pada saat perubahan amplitudo pada *oscillator amplitudo* sampai pada nilai

tertentu Sinyal ON dari *detection circuit* tersebut akan menyalakan *solid-state* output menjadi ON. Begitu juga sebaliknya untuk menjadikan output *switch* menjadi OFF.

Metode lainnya termasuk Sensor Deteksi Aluminium, yang mendeteksi phasa frekuensi, dan Sensor Semua logam, yang menggunakan kumparan, bekerja untuk mendeteksi hanya mengubah komponen dari impedansi / tahanan. Ada juga Pulse-respons Sensor, yang menghasilkan arus eddy didalam pulsa dan mendeteksi perubahan waktu dalam pusaran arus dengan tegangan induksi di koil

Untuk menentukan jarak sensor untuk bahan selain standar baja ringan, faktor koreksi yang digunakan. Komposisi dari target memiliki dampak yang besar berpengaruh pada jarak penginderaan sensor jarak induktif. Jika target dari salah satu bahan yang tercantum digunakan, kalikan nominal penginderaan jarak jauh dengan koreksi Faktor terdaftar untuk menentukan jarak penginderaan (sensing range) untuk target itu.

Faktor-faktor koreksi tercantum di bawah ini dapat digunakan sebagai pedoman umum. Bahan umum dan khusus untuk faktor koreksi yang tercantum pada setiap spesifikasi.

Tabel 2.2. Faktor Koreksi umum Logam

Jenis Material	Correction Factor
Mild Steel	1.0xSn
Nickel Chromium	0.9xSn
Stainless	0.85xSn
Brass	0.5xSn
Alumunium	0.45xSn
Copper	0.40xSn

$$(\text{Nominal Sensing Range}) \times (\text{Correction Factor}) = (\text{Sensing Range})$$

2.4. Motor DC

Motor listrik sering digunakan sebagai elemen kontrol akhir dalam sistem kontrol posisi ataupun kecepatan. Cara kerja dasar dari sebuah motor listrik adalah gaya yang bekerja pada konduktor yang berada di dalam suatu medan magnet ketika ada arus yang melewati konduktor tersebut. Untuk konduktor dengan panjang (L) yang mengalirkan arus (I) dalam suatu medan magnetik dengan kerapatan fluksi (B) pada sudut yang tepat, maka gaya (F) yang dibangkitkan adalah sama dengan $B.I.L$. (Bolton, 2006)

Motor listrik menggunakan energi listrik dan energi magnet untuk menghasilkan energi mekanis. Operasi motor tergantung pada interaksi dua medan magnet tersebut. Secara sederhana dapat dikatakan bahwa motor listrik bekerja dengan prinsip bahwa dua medan magnet dapat dibuat berinteraksi untuk menghasilkan gerakan. Tujuan suatu motor adalah untuk menghasilkan gaya yang bergerak (torsi), (Frank D, 1996).



Gambar 2.24. Motor DC

(Sumber : www.teknikelektronika.com)

2.5. Relay

Relay adalah komponen elektronika berupa saklar atau *switch* yang dioperasikan menggunakan listrik. *Relay* juga biasa disebut sebagai komponen *elektromekanikal* yang terdiri dari dua bagian utama yaitu *coil* atau elektromagnet dan saklar atau mekanikal.

Komponen *relay* menggunakan prinsip elektromagnetik sebagai penggerak kontak saklar, sehingga dengan menggunakan arus listrik yang kecil atau *low power*, dapat menghantarkan arus listrik yang memiliki tegangan lebih tinggi.



Gambar 2.25 Relay

(Sumber : www.teknikelektronika.com)

2.6. Push Button

Cara mekanisme sangat sederhana yaitu dengan tekanan dengan jari atau tangan manusia. Pada saklar tertentu di gabungkan dengan sistem pegas sehingga dapat kembali ke posisi semula bila tidak ada tekanan. *Switch Push Button* merupakan saklar tekan yang berfungsi untuk menghubungkan atau memisahkan bagian – bagian dari suatu instalasi listrik satu sama lain (suatu sistem saklar tekan *push button* terdiri dari saklar tekan *start*. *Stop reset* dan saklar tekan untuk *emergency*. *Push button* memiliki kontak NC (*normally close*) dan NO (*normally open*). Prinsip kerja *Push Button* adalah apabila dalam keadaan normal tidak ditekan maka kontak tidak berubah, apabila ditekan maka kontak NC akan berfungsi sebagai *stop* (memberhentikan) dan kontak NO akan berfungsi sebagai *start* (menjalankan) biasanya digunakan pada sistem pengontrolan motor – motor induksi untuk menjalankan mematikan motor pada industri – industri. Berikut pada gambar 2.14 merupakan komponen *push button*.



Gambar 2.26 Push Button

(Sumber : www.teknikelektronika.com)